



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 06 141 A 1**

⑥1 Int. Cl.⁶:
A 61 K 47/04

②1 Aktenzeichen: 195 06 141.1
②2 Anmeldetag: 22. 2. 95
④3 Offenlegungstag: 29. 8. 95

DE 195 06 141 A 1

⑦1 Anmelder:
Hoechst AG, 65929 Frankfurt, DE

⑦2 Erfinder:
Schwertfeger, Fritz, Dr., 60529 Frankfurt, DE;
Zimmermann, Andreas, Dr., 64347 Griesheim, DE;
Krempel, Harald, Dr., 64342 Seeheim-Jugenheim, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:

DE 30 25 437 C2
DE-PS 11 79 761
DE 40 02 287 A1
US 48 20 739
US 41 23 511
EP 1 06 762 A1
WO 95 01 165 A1

Research Disclosure, S. 562, August 1993, Nr. 35267;
Derwent-Abstract-Nr. 90-929909/44;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verwendung von Aerogelen in der Pharmazie, in der Kosmetik und im Pflanzenschutz

⑤7 Die Erfindung betrifft die Verwendung von Aerogelen als
Hilfsstoff und/oder Trägermaterial für pharmazeutische Zu-
bereitungen, Kosmetika, Pflanzenschutzmittel und Lebens-
mittel.

DE 195 06 141 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft die Verwendung von Aerogelen als Hilfsstoff und/oder Trägermaterial für pharmazeutische Zubereitungen, Kosmetika, Pflanzenschutzmittel und Lebensmittel.

5 Aerogele, insbesondere solche mit Porositäten über 60% und Dichten unter $0,6 \text{ g/cm}^3$, weisen eine äußerst geringe thermische Leitfähigkeit auf und finden deshalb Anwendung als Wärmeisulationsmaterial wie in der EP-A-0 171 722 beschrieben.

Aerogele im weiteren Sinn, d. h. im Sinne von "Gel mit Luft als Dispersionsmittel", werden durch Trocknung eines geeigneten Gels hergestellt. Unter den Begriff "Aerogel" in diesem Sinne, fallen Aerogele im engeren Sinn, Xerogele und Kryogele. Dabei wird ein getrocknetes Gel als Aerogel im engeren Sinn bezeichnet, wenn die
10 Flüssigkeit des Gels bei Temperaturen oberhalb der kritischen Temperatur und ausgehend von Drücken oberhalb des kritischen Druckes weitestgehend entfernt wird. Wird die Flüssigkeit des Gels dagegen unterkritisch, beispielsweise unter Bildung einer Flüssig-Dampf-Grenzphase entfernt, dann bezeichnet man das entstandene Gel als Xerogel.

15 Bei der Verwendung des Begriffs Aerogele in der vorliegenden Anmeldung handelt es sich um Aerogele im weiteren Sinn, d. h. im Sinn von "Gel mit Luft als Dispersionsmittel".

SiO_2 -Aerogele können beispielsweise durch saure Hydrolyse von Tetraethylorthosilikat in Ethanol hergestellt werden. Bei der Hydrolyse entsteht ein Gel, dessen Struktur unter anderem durch die Temperatur, den pH-Wert und die Dauer des Gelierungsprozesses bestimmt ist. Jedoch kollabiert die Gelstruktur im allgemeinen bei der
20 Trocknung der nassen Gele, da die bei der Trocknung auftretenden Kapillarkräfte extrem groß sind. Der Gelkollaps kann dadurch verhindert werden, daß die Trocknung oberhalb der kritischen Temperatur und des kritischen Druckes des Lösungsmittels durchgeführt wird. Da in diesem Bereich die Phasengrenze flüssig/gasförmig verschwindet, entfallen auch die Kapillarkräfte und das Gel verändert sich während der Trocknung nicht, d. h. es tritt auch kein Schrumpfen des Gels während der Trocknung auf. Auf dieser Trocknungstechnik basierende Herstellungsverfahren sind z. B. aus der EP-A-0 396 076 oder der WO 92/03378 bekannt.

Eine Alternative zu obiger Trocknung bietet ein Verfahren zur unterkritischen Trocknung von SiO_2 -Gelen, wenn diese vor der Trocknung mit einem chlorhaltigen Silylierungsmittel umgesetzt werden. Das SiO_2 -Gel kann dabei beispielsweise durch saure Hydrolyse von Tetraalkoxysilanen, bevorzugt Tetraethoxysilan (TEOS), in einem geeigneten organischen Lösungsmittel, bevorzugt Ethanol, mittels Wasser erhalten werden. Nach Austausch des Lösungsmittels gegen ein geeignetes organisches Lösungsmittel wird in einem weiteren Schritt das
30 erhaltene Gel mit einem chlorhaltigen Silylierungsmittel umgesetzt. Als Silylierungsmittel werden dabei aufgrund ihrer Reaktivität bevorzugt Methylchlorosilane ($\text{Me}_4-n\text{SiCl}_n$ mit $n = 1$ bis 3) eingesetzt. Das dabei entstehende, auf der Oberfläche mit Methylsilylgruppen modifizierte SiO_2 -Gel kann anschließend aus einem organischen Lösungsmittel heraus an der Luft getrocknet werden. Damit können Aerogele mit Dichten unter
35 $0,4 \text{ g/cm}^3$ und Porositäten über 60% erreicht werden.

Das auf dieser Trocknungstechnik basierende Herstellungsverfahren ist ausführlich in der noch nicht veröffentlichten Patentanmeldung US—Ser. No. 08/035,069 beschrieben.

Die oben beschriebenen Gele können darüber hinaus vor der Trocknung in der alkohol-wäßrigen Lösung mit Tetraalkoxysilanen versetzt und gealtert werden, um die Gelnetzwerkstärke zu erhöhen, wie in der
40 WO 92/20623 offenbart.

Ferner kann eine Kieselsäure beispielsweise aus einer wäßrigen Wasserglaslösung mit Hilfe eines Ionenaustauscherharzes hergestellt werden, die durch Zugabe einer Base zu einem SiO_2 -Gel polykondensiert. Nach Austausch des wäßrigen Mediums gegen ein geeignetes organisches Lösungsmittel wird dann in einem weiteren Schritt das erhaltene Gel mit einem chlorhaltigen Silylierungsmittel umgesetzt. Als Silylierungsmittel werden
45 dabei aufgrund ihrer Reaktivität ebenfalls bevorzugt Methylchlorosilane ($\text{Me}_4-n\text{SiCl}_n$ mit $n = 1$ bis 3) eingesetzt. Das dabei entstehende, auf der Oberfläche mit Methylsilylgruppen modifizierte SiO_2 -Gel kann anschließend ebenfalls aus einem organischen Lösungsmittel heraus an der Luft getrocknet werden. Das auf dieser Technik basierende Herstellungsverfahren ist aus der DE-A-43 42 548 bekannt.

In der deutschen Patentanmeldung P 19502453.2 wird die Verwendung eines chlorfreien Silylierungsmittels
50 beschrieben. Dazu wird das in den oben beschriebenen Verfahren, auf unterschiedlichen Wegen erhaltene silikatische Lyogel vorgelegt und mit einem chlorfreien Silylierungsmittel umgesetzt. Als Silylierungsmittel werden dabei aufgrund ihrer Reaktivität bevorzugt Methylisopropenoxysilane ($\text{Me}_4-n\text{Si}(\text{OC}(\text{CH}_3)\text{CH}_2)_n$ mit $n = 1$ bis 3) eingesetzt. Das dabei entstehende, auf der Oberfläche mit Methylsilylgruppen modifizierte SiO_2 -Gel kann anschließend wiederum aus einem organischen Lösungsmittel heraus an der Luft getrocknet werden.

Die durch überkritische Trocknung erhaltenen Aerogele sind, je nach dem verwendeten Lösungsmittel bei der überkritischen Trocknung, aufgrund von OH Gruppen auf der inneren Oberfläche hydrophil (überkritische Trocknung aus CO_2) oder aufgrund von Alkoxygruppen auf der inneren Oberfläche (überkritische Trocknung aus Alkoholen) kurzfristig hydrophob. Langfristig erfolgt jedoch eine Reaktion der Alkoxygruppen mit Wasser aus der Umgebung, was zur Bildung von Hydroxidgruppen auf der inneren Oberfläche führt. Daraus resultiert
60 wieder ein hydrophiles Aerogel.

Dies kann durch einen Hydrophobisierungsschritt während der überkritischen Trocknung vermieden werden. Dazu wird ein Hydrophobisierungsmittel (z. B. $\text{Me}_2\text{Si}(\text{OMe})_2$) eingesetzt. Dieses Verfahren ist aus der EP 0 396 076 bekannt. Die dabei erhaltenen Aerogele sind aufgrund von Methylsilylgruppen auf der inneren Oberfläche dauerhaft hydrophob.

65 Unterkritisch getrocknete Aerogele sind bedingt durch ihr Herstellungsverfahren (Silylierung vor der Trocknung) dauerhaft hydrophob.

Die aus den oben beschriebenen Verfahren erhaltenen Aerogele finden aufgrund ihrer außergewöhnlich geringen Wärmeleitfähigkeit Anwendung als Wärmeisulationsmaterial wie in der EP-A-0 171 722 beschrieben.

Darüber hinaus ist aus der Literatur die Verwendung für Cerenkov-Detektoren aufgrund ihrer für Feststoffe sehr geringen Brechzahl bekannt. Weiterhin ist in der Literatur aufgrund ihrer besonderen akustischen Impedanz eine mögliche Verwendung als Impedanzanpassung z. B. im Ultraschallbereich beschrieben.

Folglich war es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung nach neuen Anwendungen für Aerogele zu suchen.

Es wurde nun überraschend gefunden, daß Aerogele beispielsweise als Hilfsstoffe und/oder Trägermaterialien für die Herstellung von Arzneimitteln, in der Kosmetik, in Lebensmitteln und im Pflanzenschutz geeignet sind. 5

Darüber hinaus wurde überraschend gefunden, daß durch die Wahl eines geeigneten hydrophilen oder hydrophoben Aerogels entsprechende Stoffe, mit denen das Aerogel beladen wurde, schnell bzw. verzögert freigesetzt werden können. Weiterhin können Aerogele als Dispergierungsmittel für Dispersionen von festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffen in feste oder flüssige Medien eingesetzt werden. Darüber hinaus können mit hydrophilen und/oder hydrophoben Stoffen beladene hydrophile oder hydrophobe Aerogele problemlos in hydrophile und/oder hydrophobe, flüssige, halbfeste bzw. feste Medien eingearbeitet werden, insbesondere, um mit Hilfe von hydrophilen Aerogelen hydrophobe (d. h. lipophile) Stoffe in flüssige und/oder halbfeste hydrophile Dispersionsmedien und mit Hilfe von hydrophoben Aerogelen hydrophile Stoffe in flüssige, hydrophobe Dispersionsmedien einzutragen. Hydrophobe Aerogele beispielsweise, schwimmen auf hydrophilen, wäßrigen Medien auf, wodurch magensaftflotierende Arzneistoff-Trägersysteme möglich sind. Ferner können auch flüssige, hydrophile oder hydrophobe Stoffe in feste, frei rieselfähige Pulver oder Granulate überführt werden. Damit ist eine problemlose Verarbeitung z. B. zu Tabletten, Kapseln oder Zäpfchen möglich. Weiterhin ist mit entsprechenden Aerogelen auch die Herstellung von Lotionen, Cremes und Gelen mit und ohne Peeling-Effekt möglich. Stoffe im Sinne dieser Anwendungen sind in der Pharmazie, Kosmetik, im Pflanzenschutz und in Lebensmitteln verwendbare Stoffe, z. B. Arzneistoffe, Duftstoffe und Geschmacksstoffe. 10 15 20

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein einfaches Verfahren zu entwickeln, das hydrophobe, unterkritisch getrocknete Aerogele chemisch so verändert, daß ihre Oberfläche hydrophil ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren, bei dem man ein unterkritisch getrocknetes Aerogel, beschrieben z. B. in der deutschen Patentanmeldung P 195 02 453.2 in einem nachträglichen Schritt einer Pyrolyse unterwirft. 25

In einer bevorzugten Ausführungsform wird das unterkritisch getrocknete Aerogel bei Temperaturen von 100 bis 1000°C an Luft pyrolysiert, vorzugsweise zwischen 150 und 800°C in einem leichten Luftstrom, besonders bevorzugt zwischen 250 und 600°C. Die Pyrolysezeit wird im wesentlichen von der Oberflächenmodifikation und der Materialdicke der Aerogele bestimmt. 30

Bevorzugt ist eine Pyrolysezeit bis zu 10 Stunden, besonders bevorzugt bis zu 1 Stunde.

Die erfindungsgemäßen Anwendungen der Aerogele und die erfindungsgemäße Darstellung der hydrophilen Aerogele werden im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben. 35

Darstellung der hydrophoben und hydrophilen Aerogele

Beispiel 1

1 l einer Natriumwasserglaslösung (mit einem Gehalt von 7 Gew.-% SiO_2 und einem $\text{Na}_2\text{O}:\text{SiO}_2$ Verhältnis von 2:3) wurde zusammen mit 0,5 l eines sauren Ionenaustauscherharzes (Styroldivinylbenzolkopolymer mit Sulfonsäuregruppen, handelsüblich unter dem Namen "Duolite C20" geführt, bis der pH-Wert der wäßrigen Lösung 2,7 war. Anschließend wurde das Ionenaustauscherharz abfiltriert und die wäßrige Lösung mit 1 molarer NaOH-Lösung auf einen pH-Wert von 5,3 eingestellt. Danach wurde das entstandene Gel noch 24 Stunden bei 85°C gealtert und anschließend das Wasser mit 3 l Aceton extrahiert. Anschließend wurde das acetonhaltige Gel mit Trimethylchlorsilan silyliert (5 Gew.-% Trimethylchlorsilan pro Gramm nasses Gel). Die Trocknung des Gels erfolgte an Luft (3 Stunden bei 40°C, dann 2 Stunden bei 50°C und 12 Stunden bei 150°C). 40 45

Das so erhaltene, transparente Aerogel hatte eine Dichte von 0,2 g/cm³, seine spezifische Oberfläche nach BET lag bei 480 m²/g und es war dauerhaft hydrophob.

Beispiel 2

Das in Beispiel 1 hergestellte, dauerhaft hydrophobe Aerogel wurde bei 600°C in einem leichten Luftstrom mittels einem Röhrenofen 1 Stunde pyrolysiert. Das erhaltene transparente Aerogel hatte eine Dichte von 0,21 g/cm³, eine spezifische Oberfläche nach BET von 450 m²/g und war hydrophil. 50 55

Anwendungsbeispiele

In den Anwendungsbeispielen werden hydrophile und hydrophobe Aerogele eingesetzt, wie sie gemäß den Herstellungsbeispielen 1 und 2 erhalten wurden. 60 65

Beispiel 1

Benetzbarkeit von Aerogelen

5	Aerogel	Hydrophil	Hydrophob
	Aceton	+	+
10	Ethanol	+	+
	Ethylacetat	+	+
	n-Hexan	+	+
15	Methanol	+	+
	l-Propanol	+	+
20	Wasser	+	-

+ : Benetzung; - : keine Benetzung

Beispiel 2

Wasseraufnahme von Aerogelen bei intensiver mechanischer Einarbeitung

30		Wasseraufnahme (%)	Beschreibung
35	Aerogel hydrophil	bis 240	frei fließendes Pulver
		280	gelartige Konsistenz
		300	dünnflüssige Suspension
40	Aerogel hydrophob	bis 140	frei fließendes Pulver
		260	dickflüssige Paste
45		320	viskose weiße Suspension

Beispiel 3

Beladung von Aerogelen mit Na-Carboxyfluorescein

50 5 g Aerogel werden mit 50 ml einer 1,5%igen ethanolischen Na-Carboxyfluoresceinlösung versetzt und 2 Stunden lang gerührt. Nach Filtration wird der Rückstand bei Raumtemperatur unter Normaldruck getrocknet und das Produkt gesiebt. Man erhält ein frei fließendes Pulver.

55		Gehalt an Na-Carboxyfluorescein
	Aerogel hydrophil	6,2%
	Aerogel hydrophob	5,7%

60 d. h. mindestens 38% der angebotenen Stoffmenge wird aufgenommen.

Beispiel 4

Freigabe von Na-Carboxyfluorescein aus Aerogelen:

65 Freigabeapparat: Paddle (USP)
Medium: Wasser 37°C.

Freigabe	Zeit (min)			
	5	60	150	
Aerogel hydrophil	51 %	80 %	n.b.	5
Aerogel hydrophob	13 %	18 %	38 %	

Beispiel 5 10

Herstellung von Aerogel Tabletten

Rezeptur:	mikrokrist. Cellulose	1 Teil	15
	Maisstärke	1 Teil	
	Mg-stearat	0,01 Teile	20
	Aerogel*	0,05 Teile	

*: Na-Carboxyfluorescein haltige Aerogele aus Bsp. 3 (hydrophil bzw. hydrophob) 25

Verfahren: Mischen der Komponenten und anschließend Direkttablettierung mit einer Tabletten-Exzenterpresse zu runden, biplanaren Tabletten (Ø 6 mm) mit einer Masse von 100 mg und einer radialen Durchfestigkeit von 50 und 100 N. 30

Es lassen sich sowohl mit hydrophilen als auch mit hydrophoben Aerogelen problemlos Tabletten herstellen. 35

Beispiel 6

Herstellung von Aerogel Kapseln 40

Rezeptur:	Aerogel*	2 Teile	
	Lactose 1 H ₂ O D 80**	98 Teile	45

*: Na-Carboxyfluorescein haltige Aerogele aus Bsp. 3 (hydrophil bzw. hydrophob) 50

** : Fa. Meggle, Wasserburg

Verfahren: Handabfüllung 55

Es werden sowohl mit hydrophilen als auch mit hydrophoben Aerogelen freifließende Pulver erhalten, die sich problemlos in Kapseln abfüllen lassen. 60

65

Beispiel 7 (a, b, c und d)

Herstellung von hydrophilen bzw. hydrophoben Aerogel Zäpfchen

Rezeptur:	Aerogel*	2 Teile
	Witepsol**	98 Teile

*: Na-Carboxyfluorescein haltige Aerogele aus Bsp. 3 (hydrophil (a, b) bzw. hydrophob (c, d))

** : Witepsol H 12 (a, c) bzw. Witepsol W 45 (b, d), Hüls AG, Witten

Verfahren: Schmelzgießverfahren

Die hydrophilen bzw. hydrophoben Aerogele lassen sich ohne Schwierigkeiten in die beiden Zäpfchengrundlagen einarbeiten.

Beispiel 8 (a, b, c und d)

Herstellung von wasserhaltigen Aerogel Zäpfchen

Rezeptur:	Aerogel*	1 Teil
	Fluorescein-Natrium Lsg. 1,5 %ig	1 Teil
	Witepsol**	98 Teile

*: Aerogele (hydrophil (a, b) bzw. hydrophob (c, d))

** : Witepsol H 12 (a, c) bzw. Witepsol W 45 (b, d), Hüls AG, Witten

Verfahren: Schmelzgießverfahren

Die wäßrige Phase läßt sich ohne Schwierigkeiten in die beiden Zäpfchengrundlagen einarbeiten.

Beispiel 9

Herstellung einer Aerogel Lotion

Rezeptur

Aerogel	4,41 g
Propylenglykol	8,82 g
Polysorbat 60	4,41 g
Polysorbat 65	4,41 g
Paraffinöl, dünnflüssig	13,24 g
Polyacrylsäure	0,22 g
Natronlauge 1 N	0,88 g
Editinsäure, Tetranatrium Salz Dihydrat	0,09 g
Methyl-4-hydroxybenzoat	0,10 g
Propyl-4-hydroxybenzoat	0,01 g
Wasser	63,41 g

Es entsteht, sowohl mit dem hydrophilen, als auch mit dem hydrophoben Aerogel eine weiße homogene Milch mit Peeling Effekt.

DE 195 06 141 A1

Beispiel 10(a und b)

Herstellung von aerogelhaltigen Gelen

Rezeptur:	Aerogel*	11,0 g	5
	Miglyol 812	99,0 g	

*: Aerogele (hydrophil (a) bzw. hydrophob (b))

Es entstehen klare bzw. schwach opaleszente Gele mit Peeling-Effekt. 15

Beispiel 11

Beladung von hydrophilem bzw. hydrophobem Aerogel mit lipophilen Stoffen 20

Rezeptur:	Aerogel	3 g	
	Sudanrot	0,5 g	
	Isopropanol	80 g	25

Sudanrot wird in Isopropanol gelöst und mit dem entsprechenden Aerogel 2 Stunden lang gerührt. Nach Abtrennung der überschüssigen, flüssigen Phase wird das Aerogel bei Raumtemperatur und Normaldruck getrocknet. Man erhält ein freifließendes sudanrothaltiges Pulver. 30

Beispiel 12

Dispergieren von lipophilen Stoffen in hydrophilen Medien 35

A)	Aerogel hydrophil mit Sudanrot	1 Teil	
	Wasser	99 Teile	40

Man erhält eine homogene rote Suspension. Eine Agglomeration von Partikeln wird nicht beobachtet.

B)	(Vergleichsbeispiel)		45
	Sudanrot	0,1 Teile	
	Wasser	99 Teile	50

Es findet auch nach intensivem Schütteln keine Benetzung oder Dispergierung von Sudanrot in Wasser statt. Das Produkt agglomiert stark.

C)	Aerogel, hydrophob mit Sudanrot	1 Teil	55
	Wasser	99 Teile	

Man erhält eine homogene Verteilung des sudanrothaltigen Aerogels an der Oberfläche des Wassers, ohne daß Agglomerate auftreten. 60

65

Beispiel 13

Beladung von Aerogel mit hydrophilen Stoffen

5			hydrophob	hydrophil
	Rezeptur:	Aerogel	1 Teil	1 Teil
10		Wasser	1,4 Teile	2 Teile
		Wassergehalt (%)	58	66

15 Nach intensivem Verreiben erhält man ein homogenes freifließendes Pulver.

Beispiel 14

Dispergieren von hydrophilen Stoffen in hydrophoben Medien

20	A)	Aerogel (wasserhaltig)	1 Teil
		(hydrophil bzw. hydrophob)	
25		Sesamöl	50 Teile

30 Man erhält unter leichtem Rühren eine homogene, wasserhaltige Suspension. Wasserabscheidungen sind auch nach 24 Stunden nicht beobachtbar.

	B)	Wasser	0,1 Teile
35		Sesamöl	50 Teile

40 Auch unter starkem Rühren ist keine homogene Verteilung des Wassers (hydrophiler Modellstoff) in Sesamöl möglich. Nach kurzer Zeit aggregieren dispergierte Wassertropfchen. Es besteht immer eine deutliche Phasentrennung.

Beispiel 15

Herstellung von hydrophilen Aerogel-Zäpfchen mit eingeschlossener hydrophiler Phase

45	Rezeptur:	Aerogel hydrophil	1 Teil
		Fluorescein Na Lsg. 1,5 %ig	2 Teile
50			

55 Nach Verreiben erhält man ein freifließendes Pulver, das bis zu einem Anteil von 33% (≈ 22% hydrophiler Phase) problemlos und homogen in aufgeschmolzene Zäpfchengrundmassen (Witepsol H 12 bzw. W 45) einarbeitbar ist. Es tritt keine hydrophile Phase aus den Zäpfchen aus. Witepsol H 12 Zäpfchen mit 5% Natrium-Fluorescein-Lösung (1,5%ig) sind hingegen inhomogen. Die hydrophile Phase tritt aus dem Zäpfchen aus.

Patentansprüche

- 60 1. Verwendung von Aerogelen als Hilfsstoff und/oder Trägermaterial für pharmazeutische Zubereitungen, Kosmetika, Pflanzenschutzmittel und Lebensmittel.
2. Verwendung von Aerogelen gemäß Anspruch 1 als pharmazeutischer Hilfsstoff für feste, halbfeste und/oder flüssige orale Zubereitungen.
3. Verwendung von Aerogelen gemäß Anspruch 1 als pharmazeutischer Hilfsstoff für topische Zubereitungen.
- 65 4. Verwendung von Aerogelen gemäß Anspruch 3 für Zubereitungen zur dermalen, vaginalen, rektalen und oromucosalen Applikation.
5. Verwendung von Aerogelen gemäß Anspruch 1 als pharmazeutisches Trägermaterial zur Retardierung und/oder kontrollierten Freisetzung von Arzneistoffen.

6. Verwendung von Aerogelen gemäß Anspruch 5 für magensaftflotierende Arzneiformen.
7. Verwendung von Aerogelen gemäß Anspruch 5 oder 6 zur Verarbeitung von flüssigen Arzneistoffen.
8. Verwendung von Aerogelen gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Aerogel-Partikel mit Porositäten über 60% und Dichten unter $0,6 \text{ g/cm}^3$ eingesetzt werden.
9. Verfahren zur Herstellung von hydrophilen Aerogelen, dadurch gekennzeichnet, daß man ein hydrophobes, unterkritisch getrocknetes Aerogel bei einer Temperatur im Bereich von 100 bis 1000°C pyrolysiert.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65